Aus dem Staatl. Veterinäruntersuchungsamt
Münster (Westf.)
Direktor: Oberregierungsveterinärrat Dr. Köser

DIE ÜBERPRÜFUNG VON MOLKEREIABWASSER AUF TIERPATHOGENE KEIME

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hans Meis
Tierarzt aus Suderwick

Berlin 1965

Journal-Nr.: 493

Aus dem Staatl. Veterinäruntersuchungsamt

Münster (Westf.)

Direktor: Oberregierungsveterinärrat Dr. KÖSER

Die Überprüfung von Molkereiabwasser auf tierpathogene Keime

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Veterinärmedizin

an der

Freien Universität Berlin

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

vorgelegt von

H a n s M e i s

Tierarzt aus Suderwick

Berlin 1965

Journal-Nr. 493

Gedruckt mit Genehmigung
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. J. Boch

Referent: Prof. Dr. H. Hartwigk

Korreferent: Prof. Dr. H.-J. Sinell

Tag der mündlichen Prüfung: 24. 2. 1965

Inhaltsverzeichnis

		Seite :
A.	Einleitung	1
B.	Schrifttum	2
C.	Eigene Untersuchungen	12
	I. Untersuchungsmaterial und Methodik	12
	1. Art und Entnahme der Proben	12
	2. Grobsinnliche Prüfung der Proben	13
	3. Kulturelle Prüfung der Proben	13
	4. Tierversuch	15
	II. Untersuchungsergebnisse	15
	1. Aussehen, Geruch, Reaktion und allgemeine bakteriologische Untersuchungsergebnisse	15
	2. Kultureller Nachweis pathogener Bakterien	18
	III. Besprechung der Ergebnisse	25
D.	Zusammenfassung	29
E.	Schriftenverzeichnis	31
	Lebenslauf	

A. Einleitung

Die zunehmende Verschmutzung unserer Flüsse und Wasserläufe infolge der immer stärker werdenden Bevölkerungsdichte und die nach dem 2. Weltkriege sich weiter entwickelnde Industrie stellen erhebliche, die Komunen stark belastende Anforderungen an die Abwasserreinigung und -beseitigung. Die moderne Abwasserhygiene hat sich heute mit zwei wichtigen Aufgaben zu b fassen: das sind einmal die Beseitigung der im Wasser vorhandenen löslichen und unlöslichen Bestandteile und zum anderen die Eliminierung und Vernichtung von pathogenen Mikroorganismen.

Auch die Tiermedizin kann sich den Problemen der Abwasserbeseitigung nicht verschließen. Einmal werden unsere Haustierbestände durch häusliche Abwässer gefährdet. Das ist besonders in Weidebetrieben der Fall. Andererseits tragen die Produktionsstätten tierischer Erzeugnisse wie Schlachthöfe, Molkereien, Leder- und Federfabriken nicht unerheblich zur Belastung des Abwassers mit organischen Bestandteilen bei. Aus tierärztlicher Sicht verdienen die Schlachtbetriebe und Molkereien besondere Aufmerksamkeit.

Aus den letzten 15 Jahren liegen zahlreiche Untersuchungen vor, die die Verseuchung des Abwassers mit pathogenen Keimen durch Schlachthöfe eindrucksvoll beleuchten. Den Molkereiabwässern dagegen wurde in jüngerer Zeit weniger Aufmerksamkeit hinsichtlich der Keimverbreitung gewidmet. Der Grund dafür ist wohl hauptsächlich in dem Abschluß der Tilgung der Rindertuberkulose und -brucellose zu suchen. Durch diese beiden Bekämpfungsverfahren wurde das Molkereiabwasser von zwei für Mensch und Tier gefährlichen Erregern praktisch befreit. Trotzdem erscheint es angebracht, zur Klärung der Frage beizutragen, ob und inwieweit die Molkereien an der Verseuchung des Abwassers mit den heute überhandnehmenden Bakterien der Salmonellagruppe und Tuberkelbakterien beteiligt sind. Ferner ist es von Interesse, auf das Vorkommen und die Überlebensmöglichkeit von Mastitiserregern im Abwasser einzugehen.

In Nordrhein-Westfalen hat sich das Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten stark in die Wasserwirtschaft des

dicht besiedelten Landes eingeschaltet. Es versteht unter Wasserwirtschaft die zielbewußte Ordnung jeder menschlichen Einwirkung auf das ober- und unterirdische Wasser. Dazu gehört die Überwachung des Abwassers.

Mit der Bevölkerungszunahme und dem damit gestiegenen Wasserverbrauch ist eine starke Verschmutzung der Wasserläufe gekoppelt. Da der Abwasserreinigung noch längst nicht überall die notwendige Sorgfalt geschenkt wird, ist die Selbstreinigung zahlreicher Abwasser aufnehmender Vorfluter und Wasserläufe völlig gestört.

Schon im Jahre 1952 wurde das Staatl. Veterinäruntersuchungsamt Münster beauftragt, das Abwasser aus Betrieben, die tierische Produkte be- und verarbeiten, zu untersuchen. Gleichzeitig sollten Grünflächen, die mit derartigem Abwasser bewässert wurden, überprüft werden.
Als Testbakterien wählte sich K ö s e r (15) anfangs die Tuberkelbakterien aus. 1953/54 wurde dann den Salmonellen besondere Beachtung geschenkt. Sie erwiesen sich sehr bald als außerordentlich widerstandsfähig im wäßrigen Milieu. Auch die verschiedenen Reinigungsverfahren, denen das Abwasser unterworfen wurde, überstanden die Salmonellen sehr viel besser als die Tuberkelbakterien.

B. S c h r i f t t u m

Im derzeitigen Schrifttum wird der von Jahr zu Jahr an Bedeutung gewinnenden Abwasserfrage große Beachtung geschenkt. Nicht zu vernachlässigen sind dabei die Nahrungsmittel ver- und bearbeitenden Betriebe. Aus tierärztlicher Sicht verdienen dabei die Schlachtbetriebe und Molkereien besondere Aufmerksamkeit.

S t r a u c h (37) definiert das Abwasser als alles von dem Menschen für seine eigenen Bedürfnisse oder im Zusammenhang mit gewerblichen Betrieben wie Industrie, Land-

wirtschaft usw. verwendete sowie das von Straßen und Plätzen ablaufende Wasser, das Schmutzstoffe organischer und anorganischer Natur in gelöster und ungelöster Form enthält. Er unterscheidet häusliche, städtische und gewerbliche oder industrielle Abwässer, die nicht immer getrennt voneinander den Vorfluter erreichen. Von den täglich in der Bundesrepublik anfallenden 23 Mio m^3 stammen 1 219 000 m^3 aus der Nahrungs- und Genußmittelindustrie, deren Abwasser einen besonders hohen Anteil an organischen Stoffen enthält.

Dem Abwasserproblem schenkt L e r c h e (16) bei der Bekämpfung der Salmonellosen besondere Aufmerksamkeit. Epidemiologisch besteht ein untrennbarer Zusammenhang zwischen Mensch, Tier und Außenwelt. Unter allen Erregerarten haben die Salmonellen besondere Beachtung gefunden. Nach dem 2. Weltkrieg konnte ein sprunghaftes Ansteigen der Salmonellafunde verzeichnet werden. (S e e l i g e r , H o f f m a n n u. R o h d e) (32).

Durch die bis vor einigen Jahren unkontrolliert ins Bundesgebiet eingeführten Lebens- und Futtermittel kamen immer neue, bis dahin unbekannte Salmonellen zu uns. Auch durch die im letzten Kriegsjahr einsetzende und sich in den ersten Nachkriegsjahren fortsetzende und bis heute nicht abgeschlossene Völkerwanderung aus dem Osten sind bis dahin unbekannte Salmonellatypen vermehrt in die Bundesrepublik eingeschleppt. M ü l l e r, G. (20) fand bei Abwasserkontrollen in der Elbe von 1954/59 bis zu 5000 Salmonellakeime in 1 Liter Abwasser. S c h m i d t und L e n k (29) berichten 1960 von 211 Salmonellastämmen in 60 von 66 Abwasserproben aus Westberlin. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß im Abwasser vorkommende Salmonellatypen in weitem Ausmaß die Seuchenlage der Bevölkerung widerspiegeln. Den bisher zur Beurteilung des Abwassers angewandten Colititer verwirft P o p p (23) als unsicher und schlägt

vor, als Grundlage den Salmonellenbefall in Form eines Salmonellenkatasters zu wählen. Je nach Regelmäßigkeit des Salmonellennachweises entweder in der fließenden Welle oder im Schlamm unterscheidet er verschiedene Grade:

bei	70-100	%	positiven	Proben	: hochgradig	salmonellenhaltig
"	50-70	%	"	"	: sehr stark	" ,
"	25-50	%	"	"	: stark	" ,
"	10-25	%	"	"	: mäßig	" ,
"	0-10	%	"	"	: gering	" .

C a j a n d e r (2) stellte fest, daß die Keime im Abwasser zunehmen, solange ausreichend Nährstoffe vorhanden sind. Nach einiger Zeit sinkt die Keimzahl, steigt jedoch wieder an, sobald dem Abwasser neue Nährstoffe wie Milch oder Kohlehydrate zugeführt werden. Verfasser betont die Schwierigkeit der Bestimmung der bakteriellen Verunreinigung des Abwassers in Kläranlagen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt S t e i n i g e r (35) . Er mißt außer den im Wasser vorhandenen Nährsubstanzen der Temperatur sowie der Begleitflora und -fauna des Wassers große Bedeutung bei. In Oberhessen führten 26 Infektionen bei Haustieren zu dem Verdacht der Übertragung durch als Tränkwasser verwendetes Flußwasser.

S t r a u c h und M ü n k e r (37) konnten hier im Jahre 1956 5 Salmonellastämme nachweisen und fordern als Gegenmaßnahme eine ordentliche Abwasserbeseitigung und die Vermeidung der Verwendung von Fluß- und Abwasser als Tränkwasser. M ü l l e r , G. (20) wies trotz vollbiologischer Reinigung des Abwassers in 40 % der Proben Salmonellen nach. Ähnliche Ergebnisse erzielte P o h l (22) bei Untersuchungen von geklärten Abwässern, ihren Vorflutern, von Rieselfeldabflüssen und -drainagen sowie von Klär- und Faulschlamm. Er konnte aus 27 von 29 Proben 14 verschiedene Salmonellatypen überwiegend menschlicher Herkunft eliminieren.

K ö s e r (15) wies in 51 Abwasserproben der 2. biologischen Stufe noch 32 x Salmonellen (insgesamt 41 verschiedene Stämme) nach. Er kommt zum Schluß, daß Salmonellen weder durch mechanisch-chemisch-biologische Behandlungsverfahren noch durch Bodenfiltration sicher salmonellenfrei werden. Zur Verbreitung der Salmonellose des Rindes im Weser-Emsgebiet nimmt W a l z b e r g (39) an, daß durch häufige Überschwemmungen der Flüsse sich von Rindern ausgeschiedene Salmonellen unter Beibehaltung ihrer Pathogenität in der Umwelt weiter vermehren. Über eine durch Bachwasser verursachte Salmonella-Enzootie in einem Rinderbestand berichtet S c h a a l (27) 1963. H o f l u n d (9) publiziert einige konkrete Fälle von in Rinder- und Schafbeständen aufgetretenen Salmonellainfektionen, bei denen speziell Abläufe und Flüsse zur seuchenhaften Verbreitung beigetragen haben sollen. Dagegen führten Versuche von M i n e t t , W o o l d r i d g e und S h e a t h e r (19) , die Kühe 21 Monate lang mit Tränkwasser, das menschliche Abgänge enthielt, versorgten, nicht zu einer Erkrankung oder Gewichtsabnahme der Versuchstiere.

Für eine Quelle der Verseuchung unserer Abwässer mit Infektionserregern und Parasiten hält S t r a u c h (37) besonders die Krankenhäuser, Schlacht- und Viehhöfe, Fleischereien, Fleisch- und Wurstfabriken, Tierkörperbeseitigungsanstalten, Betriebe der Fischindustrie, Molkereien und Gerbereien. Stark organisch verschmutzte Abwässer dieser Betriebe stellen nach S i e r p (33) mit ihrem hohen Gehalt an Eiweißverbindungen, Kohlehydraten und Nährsalzen einen idealen Nährboden für Keime aller Art dar. In diesen Abwässern können sich auch pathogene Mikroorganismen stark vermehren und eine Gefahrenquelle für Mensch und Tier bilden, die abzuwenden, eine Hauptaufgabe der Hygiene ist.

In zahlreichen Abwasseruntersuchungen konnten nach L i e b m a n n (17) neben für Mensch und Tier pathogenen Parasiten zahlreiche Arten von Krankheitserregern wie Tuberkelbakterien, Brucellen, Salmonellen, Rotlaufbakterien, Corynebakterien, Anaerobier, Milzbrandbazillen, Streptokokken und Leptospiren sowie das Virus der Maul- und Klauenseuche, Schweine- und Geflügelpest nachgewiesen werden. S t e i n i g e r (35) stellte im Flensburger Hafenwasser, sobald der Seegrenzschlachthof in Betrieb war, die 10fache Anzahl an Salmonellen gegenüber der normalen Flora fest. Er führt diese Steigerung auf den erhöhten Eiweißanteil des Hafenwassers (Milieuverbesserung) und nicht auf die Abgänge der Schlachttiere zurück. Diese Ergebnisse werden von H a h n f e l d t (42) in vollem Umfang bestätigt. Er fand im Lübecker Schlachthof nur 4 % der Abwasserproben mit Salmonellen behaftet. Auch L ü t j e (18) sieht den Kernpunkt der Infektion der Rinder mit Salmonellen in den Flußabläufen. Nach Untersuchungen von K a m p e l m a c h e r (12), S c h a a l (27) sowie F e y und V a l e t t e (5) erweisen sich die Schlachthöfe als eine der hauptsächlichsten Quellen der Verseuchung des Abwassers mit Tierseuchenerregern, vor allem Salmonellen. Nach S c h a a l (27) kann unter günstigen Bedingungen im Abwassermilieu eine Keimanreicherung bis zum Hunderttausendfachen des Ausgangswertes eintreten. Zu ähnlichen Ergebnissen führten die Untersuchungen durch O b e r h a u s e r (21), S t e n d e r (36) und W ü l f i n g (4o). R a s c h (24) stellte Salm. chester bei Schweinen, Rindern und Pferden in den Mesenteriallymphknoten fest. Als Ursache vermutet er infiziertes indisches Knochenschrot und ausländisches Fischmehl. Auch S e e l i g e r (32) will für die vermehrten Funde sogenannter seltener Typen in erster Linie die verstärkte Einfuhr von infizierten Nahrungs- und Futtermitteln verantwortlich machen.

Besondere Beachtung verdienen im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchungen der Salmonellenbefall der Milch und damit auch des Molkereiabwassers. In einem an Enteritis erkrankten Rinderbestand von 19 Tieren ermittelte H a r m s (6) in 2jährigen Untersuchungen 5 Dauerausscheider von Salm. dublin. Durch eingehende Milchuntersuchungen von 2 Dauerausscheidern konnte eine direkte Ausscheidung von Salmonellen mit der Milch nicht ermittelt werden, solange die Milch unter sterilen Kautelen gewonnen wurde. 14 von 39 durch Handmelken gewonnene Milchproben erwiesen sich als salmonellenhaltig. Auf Grund dieser Ergebnisse ist der Verfasser ebenso wie schon vor 3 Jahrzehnten M i e ß n e r und seine Mitarbeiter der Ansicht, daß die Milch unter praktischen Verhältnissen durch sekundäre Verunreinigung mit Kot von Dauerausscheidern bzw. vorübergehenden Ausscheidern infiziert wird. Da die Gefahr einer Salmonellenübertragung auf den Menschen durch Trinkmilch durch die Pasteurisierung weitgehend ausgeschaltet ist, fordert H a r m s (6) eine sorgfältige Kontrolle der Vorzugsmilchbestände durch regelmäßige Kotuntersuchungen. Auch R a s c h (24) wünscht, der mit Kotpartikeln möglichen Verunreinigung der Milch beim Melken eine viel größere Aufmerksamkeit als bisher zu schenken. Über ein aus der Milch eines Vorzugsmilchbestandes gelungene Isolierung von Salm. manhattan berichtet K l e i n (13) . Der Erreger wurde durch eine an Enteritis erkrankte Zukaufskuh in den Bestand eingeschleppt. B u s s und L a n g (1) publizierten einen Salmonellenfund bei der bakteriologischen Fleischuntersuchung eines wegen Euterentzündung notgeschlachteten Rindes eines Vorzugsmilchbestandes. Als Sonderfund werten L ü t j e und R a s c h (18) den Nachweis von Gärtnerbakterien im Verlauf einer nekrotisierenden Mastitis. R o e m m e l e (25) ist entgegengesetzter Ansicht. Er glaubt, daß Salmonellen sowohl direkt über die Blutbahn und das Euterparenchym als auch sekundär von außen beim Melken und bei der Weiterbehandlung in die Milch gelangen.

Neben einer sorgfältigen Pasteurisierung der Milch fordert er die Verhütung der Salmonellosen im Milchviehstall durch Verhinderung von Staub- und Schmutzinfektion. Vorbeugend werden laufende Untersuchungen des Wassers in Molkereien und Vorzugsmilchbetrieben vorgeschlagen. Zukaufstiere sollten vor Einstellung bakteriologisch überprüft werden. Alle Personen, die mit der Milchgewinnung, -behandlung und -bearbeitung beschäftigt sind, sollen laufend untersucht werden.

W u n d r a m und S c h ö n b e r g (41) berichten über eine durch rohe Kuhmilch hervorgerufene Paratyphusepidemie. Als Ursache wurde eine Kuh, die Dauerausscheider von Salm. paratyphi B war, ermittelt. Als Quelle für die Verseuchung der Gewässer mit für Mensch und Tier pathogenen Keimen wird im Schrifttum des öfteren auch das Molkereiabwasser genannt (S t r a u c h (37) , S i e r p (33). In der Bundesrepublik gibt es nach S i e r p (33) etwa 8000 Molkereien einschließlich Milchsammelstellen, Entrahmungsstationen, Käsereien, Dauermilchwerke usw. mit einer jährlichen Gesamtanlieferung von 10-11 Mrd. kg Milch. Die dabei anfallenden Abwässer bestehen aus Tropfmilch, Spül- und Waschwässern der Betriebsräume, der Milchkannen, Flaschen und verschiedenen Geräte. Der beim Entleeren der Kannen trotz sorgfältigen Auffangens der Tropfmilch mit dem Abwasser abgehende Anteil an Milch wird nach E l d r i d g e (3) bei einer Anlieferung von 40000 Liter Milch auf ca. 100 Liter geschätzt. Nach K ö s e r (15) ist in modernen Betrieben nur mit 1 Liter Tropfmilch auf 12-15000 l Anlieferungsmilch zu rechnen. Zu diesen echten Molkereiabwässern stoßen noch größere Mengen Kühl- und Kondenswasser, deren Menge etwa das 2-4fache der Milchanlieferung beträgt, im allgemeinen aber nicht verunreinigt ist. Im verunreinigten Betriebswasser der Molkereien sind nach S i e r p (33) in wechselnden Mengen ungelöste Bestandteile in Form von Eiweiß, Kohlehydraten und Fett und

als gelöste Stoffe Eiweiß, Milchsalze und Milchzucker als Bestandteile der Milch enthalten. Der Anteil an organischen fäulnisfähigen Substanzen in Abwässern läßt sich mit Hilfe des biologischen Sauerstoffsbedarfs mg O_2/l feststellen. Bei Zugrundelegung eines mittleren BSB von 54 g je Kopf und Tag für das häusliche Abwasser eines Einwohners der Bundesrepublik ergibt sich nach S i e r p (33) die Möglichkeit, einen Einwohnergleichwert für Betriebe und deren Erzeugnisse zu ermitteln. Für eine Molkerei mit angeschlossener Käserei errechnet I m h o f f (10) auf 1000 l Milch einen Einwohnergleichwert von 100-250. Nach dieser Angabe kann der Anteil der Molkereien an der Verschmutzung unserer Abwässer durch organische Bestandteile recht erheblich sein. Wenn auch größere Molkereibetriebe alle in der Milch enthaltenen Stoffe verwerten oder zurückhalten, stoßen die meist in Dörfern gelegenen kleinen Molkereien große Mengen durch Milchanteile verschmutzter Abwässer ab. Was den pH-Wert des Molkereiabwassers betrifft, kommt es nach K ö s e r (15) zu erheblichen Schwankungen, erklärbar durch die Vielfalt der beim Reinigen der Betriebe verwendeten Reinigungs- und Desinfektionsmittel.

K l i m m e r und S c h ö n b e r g (14) führen unter den Krankheiten der Milchtiere, die der Milch gesundheitsschädliche Eigenschaften verleihen können, Tuberkulose, Brucellose, Maul- und Klauenseuche, Salmonellose und Euterentzündungserreger verschiedener Arten auf. In umfangreichen Untersuchungen konnte W a g e n e r (38) im Jahre 1955 in 10-60% der Molkereimilch Tuberkelbakterien nachweisen. Ebenfalls gelang es ihm, Erreger der Maul- und Klauenseuche, Brucellose, der Streptokokkenmastitis und andere Euterinfektionserreger aus der Rohmilch zu eliminieren.

Nach K l i m m e r und S c h ö n b e r g (14) fand R a s c h von 1936/38 in 4340 Mischmilchproben 4 %, E h r l i c h 1937 in der Vorzugs- und Markenmilch 2,1 bzw. 1,7 % Tuberkelbakterien. W a g e n e r (38) konnte 1954 aus pasteurisierter Flaschenmilch von 4 Molkereien in 2,6 bis 20,2 % der Flaschen lebende bovine Tuberkelbakterien eruieren. Im Abwasser von zwei ländlichen Molkereien fand W a g e n e r (38) stets lebende bovine Tuberkelbakterien. K ö s e r (15) untersuchte in den Jahren 1953-59 insgesamt 370 Molkereiabwässer auf das Vorkommen tierpathogener Keime kulturell und im Tierversuch. 2 Abwässer waren mit Tuberkelbakterien, 1 Probe mit Salm. enteritidis besiedelt. Brucellenantikörper wurden bei Meerschweinchen die mit Molkereiabwässern infiziert worden waren, niemals festgestellt. Diese Funde wurden in den Jahren 1953 und 1954 getätigt. Seit 1953 wurden im Molkereiabwasser pathogene Keime nicht mehr nachgewiesen. E n d r e s (4) fand 1955 in 58 für die Verregnung bestimmten Abwasserproben eines Milchwerkes 1 x Salmonellen, 2 x Strept. agalactiae, 3 x Brucellen. Aus dem Filterkorb konnten 2 x Tuberkelbakterien und 2 x Brucellen isoliert werden.

Die inzwischen in der Bundesrepublik so gut wie getilgte Rindertuberkulose und Brucellose dürften heute als Infektionsquellen der Molkereiabwässer ziemlich bedeutungslos geworden sein. Nur durch mangelnde Melkhygiene können heute noch Krankheitserreger wie Salmonellen in die Molkerei gelangen. Durch die vorgeschriebene Erhitzung der Milch wird der Großteil der Keime unschädlich gemacht. Die geringen Mengen von Tropfmilch und Spülwasser, die der Pasteurisierung entgehen, vermögen jedoch das Eindringen von Salmonellen in das Molkereiabwasser nicht ganz zu verhindern. Die jährlich immer mehr zunehmenden Salmonellenfunde bei Mensch, Tier und in der Außenwelt sowie die daraus resultierende Infektionsmöglichkeit für die Molkereiabwässer

verdienen unsere erhöhte Aufmerksamkeit.

Auch die technische Seite der Reinigung von Molkereiabwässern ist durchaus nicht einfach zu lösen. S c h u l z - F a l k e n h a i n (31) beschreibt die bisher gebräuchlichen Verfahren der Abwasserlandbehandlung milchwirtschaftlicher Betriebe und ihre Wirkung unter Verwendung von Chemikalien, Sandfängen, Rechen- und Sieb-anlagen, Fettabscheidern, Absetzanlagen, Faulanlagen, von Vorbelüftungsanlagen, Belebtschlammanlagen, Tropfkörpern, Bodenfiltern, Landflächen und von Fischteichen. Eine Abwasserbehandlung durch Fällung führte nach S i e r p (33) nicht zu einer wesentlichen Verringerung der Krankheitskeime, weil der Abfluß noch fäulnisfähig bleibt. Eine Chlorung gewährleistet nach W a g n e r (38) nicht die Abtötung aller pathogenen Keime. Auch Faulbecken lassen Tuberkelbakterien in voller Virulenz und ohne wesentliche mengenmäßige Abnahme passieren. Zu einer Verringerung der Keime, jedoch nicht zu ihrer vollständigen Vernichtung, führte das Belebtschlammverfahren. Eine günstigere Reinigungswirkung konnte K ö s e r (15) bei Bodenfiltern bestätigen, da er nur 1 x Tuberkelbakterien aus dem Drainwasser isolieren konnte, obwohl tuberkelbakterienhaltiges Material zugeführt wurde. Die Salmonellen waren aber trotz Bodenfilter im Drainwasser zu finden. Eine beträchtliche Verminderung von pathogenen Keimen wie Salmonellen, Tuberkelbakterien und Virusarten ergaben die Untersuchungen von K a b l e r (11) nach verschiedenen Abwasserlandbehandlungsarten. Er glaubt durch Chlorierung die überlebenden restlichen Keime seuchentechnisch ausschalten zu können. Auch S c h m a u d e r (28) hält die Abwasserlandbehandlung für das sicherste Verfahren zur Beseitigung der im Abwasser vorhandenen pathogenen Keime. Für eine weiträumige landwirtschaftlich nicht genutzte Abwasserlandbehandlung plädiert H a r m s e n (7) . Er muß aber das Fehlen solcher notwendigen Flächen zugeben.

H i l b u r g (8) hält eine Schematisierung bei der Frage der Behandlung und Beseitigung von Molkereiabwässern unter Berücksichtigung der hygienischen Erfordernisse für unmöglich. Grundziel unserer Wassertechnik und Hygiene bei der Abwasserbeseitigung, insbesondere auch bei der Abwasserbehandlung milchwirtschaftlicher Betriebe bleibt die Forderung von L i e b m a n n (17), solche Maßnahmen zu treffen, die die nützlichen mikrobiologischen Prozesse im Abwasser fördern und damit die sicherste Vernichtung von Krankheitskeimen gewährleisten.

C. E i g e n e U n t e r s u c h u n g e n

I. U n t e r s u c h u n g s m a t e r i a l und M e t h o d i k

1. A r t u n d E n t n a h m e d e r P r o b e n

Die Untersuchungen über die Besiedlung des Molkereiabwassers mit Salmonellen, euterpathogenen Streptokokken und Tuberkelbakterien erstreckten sich auf 7 Molkereien und einen Kondensmilch herstellenden Betrieb eines westfälischen Landkreises. Die bakteriologische Überprüfung sollte vor allem zur Klärung der Frage beitragen, ob und in welchem Umfang mit den Abwässern der Molkereien Salmonellen, Euterentzündungserreger vornehmlich aus der Gattung der Streptokokken und Tuberkelbakterien in die örtliche Kanalisation, auf berieselte oder beregnete Grünflächen sowie in die Vorfluter gelangen.

Entsprechend dieser Aufgabe wurden die Stellen für Probenentnahmen, die während der Betriebszeit erfolgten, gewählt. Die erste Probe wurde jeweils im Gully des Milchannahmeraumes gezogen. Dann verfolgte ich den Lauf des Abwassers innerhalb des Betriebes bis zum Einlauf der verschiedenen Betriebsabteilungen.

Bei drei Betrieben wurde die letzte Probe kurz vor der Einleitung in das öffentliche Kanalisationsnetz entnommen. Bei zwei Molkereien, die ihr Abwasser auf Grünland verregnen, wurden die Vorklärbecken, die Verregnungsanlage und das Drainagesystem in die Untersuchung einbezogen. Drei weitere Betriebe leiten ihr Abwasser über ein zwischengeschaltetes Vorklärbecken direkt in die Vorfluter. Diese führen auch in geringem Umfang vorgeklärtes häusliches Abwasser. Hier dehnte ich die bakteriologische Überprüfung auch auf die Vorfluter - mittlere Bachläufe mit mäßiger Wasserführung - aus.

Die Proben wurden innerhalb von sieben Monaten einmal wöchentlich an den festgesetzten Kontrollpunkten entnommen. Die Entnahme erfolgte mit einer Schöpfkelle, die ich vor jedem Gebrauch thermisch entkeimte. Das Wasser wurde jedesmal frisch in sterilisierte Milchflaschen eingefüllt und sofort zum Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt Münster gebracht. Auch Stopfen und Flaschenrand wurden thermisch entkeimt. Im Institut erfolgte die grobsinnliche, die kulturelle Untersuchung und der Tierversuch.

2. Grobsinnliche Prüfung der Proben

Die grobsinnliche Prüfung umfaßte Aussehen, Geruch und Reaktion der Proben.

3. Kulturelle Prüfung der Proben

Die kulturelle Untersuchung auf Salmonellen erfolgte unter Einschaltung des Anreicherungsmediums nach Preuß (Tetrathionatbouillon) . Es wurden jeweils 110 ml Abwasser in Zentrifugengläser abgefüllt, 30 Minuten bei 3000 U/min

zentrifugiert, der Bodensatz mit 20 ml Anreicherungsflüssigkeit aufgeschwemmt und 24 bzw. 48 Stunden bebrütet. Nach 24 und 48 Stunden wurde ein großer Tropfen auf feste Elektivnährböden ausgespatelt und 24 bzw. 48 Stunden bei 37° bebrütet. Als Nährböden dienten die Conradi-Drigalski- und die Malachitgrün-Phenolrot-Agarplatte. Die innerhalb der genannten Fristen aufgegangenen verdächtigen Kolonien wurden mittels der Objektträgeragglutination getestet. Agglutinierende Kolonien wurden isoliert. Lagen sie in Reinkultur vor, erfolgte die biochemische Prüfung in der bunten Reihe. Als Reaktionskörper wurden Laktose, Dextrose, Saccharose, Adonit, Salizin, Arabinose, Rhamnose, Dulcit, Inosit und Mannit verwendet. Ferner wurde stets die Indolbildung des Stammes und sein Verhalten auf Ammonnährböden geprüft. Anschließend wurde die Typendifferenzierung mit den Faktorenseren der Behringwerke durchgeführt.

Zur Untersuchung auf Streptokokken erwies es sich als zweckmäßig, lediglich einen Tropfen Abwasser auszustreichen, weil der Bodensatz Massen von Keimen der verschiedensten Arten enthielt, die fast regelmäßig die Nährböden überwucherten.

Zur Anzüchtung fanden die Kälberblutplatte ohne jeden Zusatz und der Thalliumsulfat-Kristallviolett-Toxin-Kälberblutagar (TKT- Platte) Verwendung. Verdächtige Kolonien wurden isoliert, dem CAMP-Test unterworfen, dann auf 1%ige Traubenzuckerbouillon verbracht und nach Herstellung von F u l l e r -Extrakten serologisch mit präzipitierenden Seren der Behringwerke auf ihre Zugehörigkeit zu den einzelnen L a n c e f i e l d - Gruppen getestet.

Ergänzend zu diesen Untersuchungen wurde auch das Wachstum von Staphylokokken und unspezifischen Keimen auf der Kälberblutplatte registriert.

4. T i e r v e r s u c h

Die Proben wurden nach der unter Abschnitt C I 3 angegebenen Methodik zentrifugiert, der Bodensatz mit 5%iger Oxalsäure behandelt und sbc. Meerschweinchen appliziert. Die Tierversuche wurden nach einer Beobachtungszeit von 6 Wochen abgeschlossen.

II. U n t e r s u c h u n g s e r g e b n i s s e

Insgesamt untersuchte ich 515 Abwasserproben aus 8 Betrieben und zwar je 81 aus den Molkereien A und B, 45 aus der Molkerei C, 23 aus der Molkerei D, 79 aus der Molkerei E, je 64 aus den Molkereien F und G und 78 aus dem Kondensmilchwerk.

1. A u s s e h e n , G e r u c h , R e a k t i o n u n d a l l g e m e i n e b a k t e r i o l o g i s c h e U n t e r s u c h u n g s e r g e b n i s s e

a. Aussehen des Materials.

Das Aussehen des Abwassers war recht unterschiedlich je nach Entnahmestelle und Art der Beimengungen. Die innerhalb der Molkereien entnommenen Proben waren zumeist milchig trüb. Proben aus den Vorklärbecken wiesen ebenfalls eine starke Trübung mit Beimischung verschieden großer Partikel auf. Nach der Vorklärung war das Wasser zumeist noch leicht opaleszierend, aber sonst klar. Aus den Vorflutern entnommene Proben zeigten je nach Witterung und Beimischung von Oberflächenwasser verschiedenartige Trübungsgrade. Meist sahen sie nahezu völlig klar aus.

b. Geruch des Materials.

Die in den Molkereien gezogenen Proben ließen alle den typischen Milchgeruch, oft vermischt mit einer säuerlichen Komponente, erkennen.

Bei einigen wenigen Abwässern war ein Geruch nach Desinfektionsmitteln unverkennbar. Die aus den Vorklärbecken und den Verregnungsanlagen entnommenen Proben wiesen den typischen Spülwassergeruch auf. Die Wässer der Vorfluter waren praktisch geruchlos.

c. Reaktion des Abwassers

Den pH-Wert stellte ich jonometrisch mit der Apparatur von L. P u s l fest. Der weitaus größte Teil des Abwassers reagierte zwischen pH-Werten von 5,5 bis 8,0. Sie wurden 97 x unter- bzw. überschritten und zwar

bei	11	von	81	Proben	im Betrieb	A
bei	18	"	81	"	" "	B
bei	6	"	45	"	" "	C
bei	3	"	23	"	" "	D
bei	2	"	79	"	" "	E
bei	28	"	64	"	" "	F
bei	21	"	64	"	" "	G
bei	8	"	78	"	" "	H
Sa.	97		515			

In diesen 97 Fällen wurde ein pH von 5,4 bis 2,0 bzw. von 8,1 bis 12,5 ermittelt. Diese einmal niedrigen, zum anderen hohen Werte sind auf den Zusatz von sauren und alkalischen Reinigungs- und Desinfektionsmitteln zurückzuführen. Eine gewisse Desinfektionswirkung infolge Säure oder Alkali muß darum bei der Beurteilung der Ergebnisse in Betracht gezogen werden. Extrem niedrige oder hohe pH-Werte unterhalb 4,5 und oberhalb 9,5, denen eine stärkere bakterienschädigende Eigenschaft beigemessen werden darf, waren allerdings nur selten. So reagierten nur 25 Proben mit Werten unter 4,5 und 17 Proben mit Werten über 9,5.

Auch aus diesen Proben ließen sich fast immer Enterobacteriaceen sowie Staphylokokken und Streptokokken züchten. Keimfrei waren lediglich 2 Proben mit pH-Werten von 2,0 und 12,5. Diese Werte werden im Molkereiabwasser nur recht selten und dann auch nur kurzzeitig erreicht.

Bakterienwachstum in Abwasserproben mit pH-Werten unter 4,5 und über 9,5 :

Lfd. Nr.	pH-Werte	Enterobacteriaceae	Streptokokken	Staphylokokken	Bacillen der Mesentericusgruppe
1	2,0	-	-	-	-
2	2,6	-	-	+	-
3	3,0	+	+	+	+
4	3,8	+	-	+	+
5	3,8	+	+	+	-
6	3,8	+	-	-	-
7	4,0	+	+	+	+
8	4,0	+	+	+	-
9	4,0	+	+	+	-
10	4,1	+	+	+	-
11	4,1	+	+	+	+
12	4,2	+	-	+	+
13	4,2	+	-	+	-
14	4,2	+	+	+	-
15	4,3	+	+	+	-
16	4,3	+	+	+	-
17	4,3	+	+	+	-
18	4,3	+	+	+	+
19	4,3	+	+	+	-
20	4,4	+	-	+	-
21	4,4	+	+	+	+
22	4,4	+	+	+	-
23	4,4	+	+	+	-
24	4,4	+	+	+	-
25	4,4	+	+	+	-

Lfd. Nr.	pH-Werte	Enterobacteriaceae	Streptokokken	Staphylokokken	Bacillen der Mesentericusgruppe
26	9,7	+	+	+	+
27	9,8	+	+	+	+
28	9,8	+	+	+	-
29	9,9	+	+	+	-
30	10,1	+	+	+	+
31	10,3	+	+	+	-
32	10,9	+	-	+	-
33	11,0	+	-	+	-
34	11,1	+	+	-	-
35	11,2	-	+	-	+
36	11,3	+	+	+	+
37	11,4	+	+	+	+
38	11,4	+	+	-	-
39	11,4	-	+	-	-
40	11,5	+	+	-	-
41	12,0	-	+	-	-
42	12,5	-	-	-	-

Enterobakterien wuchsen aus Proben mit pH von 3,0 bis 11,5, Streptokokken aus Proben mit pH von 3 bis 12, Staphylokokken aus Proben mit pH von 2,6 bis 11,4, Bazillen der Mesentericusgruppe aus Proben mit Werten von 3 bis 11,4.

Dieses Ergebnis läßt den Schluß zu, daß nur extrem niedrige pH-Werte zur Abtötung von Bakterien im Abwasser führen. Die Einwirkungszeit des sauren bzw. alkalischen Mediums betrug in jedem Falle zumindest 5 bis 6 Std. Diese Zeit umfaßt die Spanne von der Entnahme bis zur Untersuchung der Proben im Veterinäruntersuchungsamt.

2. Kultureller Nachweis pathogener Bakterien

a. Salmonellen

Es gelang niemals, aus dem Betriebsabwasser der 7 Molke-

reien und des Kondensmilchwerkes Salmonellen über Anreicherungsverfahren zu züchten. Die Probenentnahme erfolgte - darauf sei nochmals hingewiesen - immer innerhalb des Betriebsgebäudes an Stellen, denen häusliche Abwässer noch nicht beigemischt sein konnten. Der Befund verwundert nicht, wenn man berücksichtigt, daß Salmonellen normaliter primär in der Milch nicht vorkommen.

Anders fiel die Isolierung von Keimen aus der Paratyphus-Enteritis-Gruppe im Zuge der Überprüfung der Vorfluter aus. Im Vorfluter von 2 Molkereien fand ich Salmonellen. Das Wasser enthielt einen Anteil häuslicher Abwässer kleiner Siedlungen. Aus den übrigen 5 Vorflutern ließen sich Salmonellen nicht züchten. Im Vorfluter der Molkerei A fand ich in 33 entnommenen Proben insgesamt 30 Salmonellenstämme, die 5 verschiedenen Typen zugehörten.
Es handelt sich

8 x um Salm.paratyphi B,
3 x " Salm.typhimurium,
2 x " Salm.montevideo,
1 x " Salm.infantis,
16 x " Salm.manchester.

Aus 33 Proben des Vorfluters der Molkerei B wurden 12 Salmonellenstämme, und zwar

3 x Salm.typhimurium,
6 x Salm.oranienburg,
3 x Salm.urbana isoliert.

Damit konnten die Folgerungen, die K ö s e r (15) aus seinen Untersuchungen zog, voll bestätigt werden: das Abwasser aus Molkereien und milchbearbeitenden Betrieben trägt nicht zur Belastung der Vorfluter mit Bakterien der Paratyphus-Enteritis-Gruppe bei.

Sie sind hingegen sofort zu finden, wenn häusliches Abwasser in die Vorfluter gelangt. Das trifft auch zu, wenn kleine Siedlungen mit nur wenigen Haushalten an das Wassernetz angeschlossen sind. Es ist vielleicht angezeigt, auch in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß als vornehmlicher Träger der Salmonellen der Mensch anzusehen ist. Jedenfalls übersteigt die Verseuchung der Menschen die unserer Haustiere in ganz erheblichem Maße.

Nach meinen Untersuchungen fanden sich, wie ich schon sagte, im Abwasser von 2 kleinen Siedlungen neben der für den Menschen spezifischen Salm.Paratyphi B, die Salm.typhimurium und von den sogenannten selteneren Typen Salm.montevideo, Salm.infantis, Salm.oranienburg, Salm.urbana und besonders häufig Salm.manchester.

Hervorgehoben zu werden verdient noch die Tatsache, daß die beim Rind dominierende Spezies Salm.dublin nicht eliminiert werden konnte.

b. Tuberkelbakterien

Die ersten hundert Abwasserproben wurden in Tierversuchen geprüft. Tuberkulöse Veränderungen wurden nach 6-wöchentlicher Beobachtung an den Meerschweinchen niemals festgestellt. Daraufhin wurde auf weitere Tierversuche verzichtet. Nach der Auskunft des zuständigen Amtstierarztes wurde Rindertuberkulose in dem Einzugsgebiet der Molkereien nicht mehr festgestellt.

c. Streptokokken

Die Isolierung von Streptokokken aus den Abwasserproben stieß auf außerordentliche Schwierigkeiten. Der in der Milchuntersuchung hervorragend bewährte TKT-Nährboden erwies sich als wenig geeignet. Neben CAMP-positiven und ß-hämolysierenden Streptokokken wuchsen in Massen mit deutlich ausgeprägter Hämolyse zahlreiche hämolysierende Coli- und Aeromonasstämme. Die Kolonien waren von Streptokokkenkolonien in Größe und Form nicht zu unterscheiden - eine

Wirkung der in dem TKT-Agar eingebauten Hemmstoffe. So war es zu erklären, daß der größte Teil der Isolierungen mit nachfolgendem CAMP-Test erfolglos blieb. Etwas besser geeignet erwies sich die Kälberblutplatte ohne jeden Zusatz. Auf ihr waren die Streptokokkenkolonien mit ihrer typischen Wuchsform und Größe ohne weiteres von den üppig wachsenden hämolysierenden Coli- und Aeromonasstämmen zu unterscheiden. Unmöglich wurde die Isolierung von Streptokokken allerdings auch hier, wenn Proteusbakterien oder Fluoreszenten in Rasenbildung alles andere Wachstum überdeckten. Trotzdem gelang die Isolierung und Differenzierung zahlreicher Streptokokken, von denen Stämme aus den an Euterentzündung häufig beteiligten Gruppen B, C, E, G und L besondere Beachtung verdienen. Die im folgenden aufgeführten Stämme waren bis auf wenige Ausnahmen CAMP-positiv oder ß-hämolytisch:

		Gruppenzugehörigkeit				
Fundort	Proben	B	C	E	G	L
im Betrieb	341	6	1	38	5	1
außerhalb des Betriebes	174	1	-	1	1	-

Nach diesem Ergebnis wurden im Abwasser wider Erwarten nur wenige Galtstreptokokken, die sich in der Sammelmilch der Molkereien regelmäßig feststellen lassen, nachgewiesen. Auch Streptokokken der Gruppen C, G und L wurden nur selten gefunden. Recht häufig war dagegen die Gruppe E vertreten, die allerdings nach den Erfahrungen des Veterinäruntersuchungsamtes Münster in der Umwelt der Kühe häufiger als im Euter anzutreffen ist.
Außerhalb der Betriebsanlagen wurden Streptokokken der für Euterentzündungen vornehmlich in Frage kommenden Gruppen nur ganz vereinzelt gefunden. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei den für die Ätiologie von Mastitiden weniger be-

deutsamen Gruppen A, D, F, H, K, N, P und Q, wie die folgende Übersicht zeigt:

Fundort	Proben	Gruppenzugehörigkeit A	D	F	H	K	N	P	Q	nicht einzuordnen
im Betrieb	341	5	48	-	5	2	43	-	-	42
außerhalb des Betriebes	174	-	7	-	1	1	-	1	-	7

Bemerkenswert aus dieser Übersicht sind die fünf Funde von Streptokokken der Gruppe A, die als Erreger von Halsentzündungen bei Menschen besondere Beachtung verdienen. Mit dem Vorkommen von Streptokokken der Gruppe D und vor allem N war von vornherein in größerem Umfang zu rechnen. Nur selten wurden Stämme aus den Gruppen H, K und P eliminiert. Angehörige der Gruppe F und Q wurden in dem Untersuchungsmaterial nicht festgestellt. Relativ groß war die Zahl der serologisch nicht bestimmbaren Stämme. Sie zeigten in der Mehrzahl das Erscheinungsbild der Viridansgruppe.

d. Staphylokokken

Die Züchtung von Staphylokokken aus den Abwasserproben gelang immer, wenn die Kälberblutplatten nicht durch schwärmende Keime (Proteusbakterien oder Fluoreszenten) überwuchert waren. Im einzelnen stellte ich folgende Stämme fest:

Fundort	Proben	Staphylococcus aureus	citreus	albus	insgesamt
im Betrieb	341	253	34	188	475
außerhalb des Betriebes	174	93	8	61	162

Nach diesem Ergebnis waren in der Mehrzahl der Proben mehrere Staphylokokkenstämme vorhanden. Die Menge der aufgegangenen Kolonien war durchweg nur gering. Die zur Differenzierung benützten Grobcharakteristika waren am besten nach 24 Stunden Bebrütung und anschließender 24-stündiger Aufbewahrung bei Zimmertemperatur ausgeprägt. Unter den 253 aus dem Betriebsabwasser gezüchteten Staphylococcus aureus-Stämmen befanden sich 47 (= 18,6 %) ß-hämolysierende, außerhalb der Betriebe wurden unter 93 Stämmen 24 (= 25,7 %) ß-hämolysierende gezüchtet. Sehr häufig fand sich auch der Staphylococcus albus. Der Staphylococcus citreus hingegen wurde nur relativ selten isoliert.

e. Sonstige Keime

Naturgemäß ist auch im Abwasser der Molkereien mit zahlreichen Fäulniserregern und Wasserbakterien der verschiedensten Arten zu rechnen. Meine Untersuchungen beschränkten sich auf solche Keime, die im tierischen Milieu vor allem als Darmbakterien immer wieder gefunden werden, also auf coliforme Keime im weiteren Sinne, Proteusbakterien, Fluoreszenten und Bazillen der Mesentericussubtilis-Gruppe. Prüfungen zum Nachweis von Anaerobiern wurden nicht vorgenommen. Die Ergebnisse der Kulturversuche gehen aus der nachfolgenden Zusammenstellung hervor:

Fundort	Proben	coliforme Keime	Proteusbakt.	Fluoreszent.	aerobe Baz.	insges.
im Betrieb	341	331	38	58	75	843
außerhalb des Betriebes	174	166	59	26	39	466

Wie zu erwarten war, konnten aus fast jeder Probe coliforme Keime kultiviert werden. Von diesen interessierten wegen ihrer den hämolysierenden oder CAMP-positiven

Streptokokken ähnlichen Wuchsform auf dem TKT-Agar besonders die ß-hämolysierenden Stämme. Diese wurden auf Drigalski-Conradi-Agar verbracht und dann weiter biochemisch geprüft. Von 83 ß-hämolysierenden Stämmen konnten 39 einwandfrei als E. coli identifiziert werden. Die restlichen 44 Stämme müssen in die Aeromonas-Gruppe eingeordnet werden. Sie zeigten folgendes biochemisches Verhalten:

Dextrose	:	alle	Stämme	positiv		
Saccharose	:	"	"	"		
Mannit	:	"	"	"		
Maltose	:	"	"	"		
Arabinose	:	35	"	"	, 8	Stämme negativ
Laktose	:	41	"	"	, 3	" "
Salizin	:	35	"	"	, 9	" "
Sorbit	:	20	"	"	,24	" "
Rhamnose	:	15	"	"	,29	" "
Xylose	:	11	"	"	,33	" "
Inosit	:	7	"	"	,37	" "
Adonit	:	6	"	"	,38	" "
Dulcit	:	3	"	"	,41	" "
Indol	:	alle	"	"	,	

Voges Proskauer: alle Stämme positiv,
Methylrot : " " " ,
Katalase : 30 " ", 14 Stämme negativ
H_2S : 16 " ", 28 " "
Löfflerserum : 16 " =Einschmelzung, 28 Stämme keine Einschmelzung.

Morphologisch erwiesen sich die Stämme polar begeißelt. Die Uneinheitlichkeit des biochemischen Verhaltens läßt darauf schließen, daß es sich um verschiedene Arten aus der Gattung Aeromonas handelt. 16 Stämme wiesen alle von S c h u b e r t (30) 1963 angegebenen Charakteristika von Aeromonas hydrophila auf. Proteus vulgaris fand ich im Abwasser der Betriebe selbst nicht häufig, in den außerhalb der Molkereien gezogenen Proben, die auch häusliches Abwasser enthielten, war er aber stärker vertreten.

Fluoreszenten und Bazillen der Mesentericus-Subtilis-Gruppe - in dieser Versuchsreihe besonders häufig Bac. cereus - wurden aus etwa einem Fünftel der Proben eliminiert.

III. Besprechung der Ergebnisse

Als wesentlichstes Resultat der über einen Zeitraum von mehr als einem halben Jahr verteilten Untersuchungen kann herausgestellt werden, daß im Gegensatz zu Schlachthöfen über die Molkereien wohl kaum einmal Salmonellen in das Abwasser gelangen. Diese Tatsache ist in verschiedener Hinsicht von erheblicher Bedeutung. Sie zeigt, daß Lebensmittelvergiftungen auf der Basis von Salmonellen nur äußerst selten direkt auf Milch oder Milchprodukte zurückgeführt werden können. Eine gelegentliche Verschmutzung der Molkereimilch mit diesen Keimen, die, wenn sie vorkommt, immer nur ein geringes Ausmaß annimmt, wird durch die molkereimäßige Bearbeitung mit Sicherheit ausgeschaltet. In der Tat gelingt der Nachweis von Bakterien der Paratyphus-Enteritis-Gruppe aus Rohmilchproben nur in verschwindend wenig Einzelfällen. Dem Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt Münster (34) gelang es in den letzten 10 Jahren nur einmal, aus einer verkaufsfertigen Vorzugmilch Salm. bornum und aus dem Euter sekret einer an Salmonellenmastitis erkrankten Kuh Salm. dublin zu züchten. Es wurde bei sofort durchgeführten Verfolgsuntersuchungen in der Vorzugsmilchherde, die auf Rieselweiden einer Großstadt des Industriegebietes gehalten wurde, eine Kuh als Ausscheider von Salm. bornum herausgefunden. Die Salmonellen wurden nur in den Faeces nachgewiesen. Es dürfte sich ganz offensichtlich um eine nach dem Melken erfolgte Infektion der Milch gehandelt haben.

Erkrankungen von Menschen auf Grund dieser Salmonellenkontamination wurden nicht bekannt. Daß Vorzugsmilchbetriebe nicht Rieselfeldanlagen betreiben dürfen, müßte selbstverständlich sein.

Während der Nachweis von Salmonellen aus dem Molkereiabwasser nie gelang, konnte ich im Wasser der Vorfluter von zwei Betrieben fast regelmäßig Bakterien der Paratyphus-Enteritis-Gruppe feststellen. Beide Bäche führten neben dem Molkereiabwasser die Abwässer kleinerer Siedlungen.

Der überaus häufige Fund von Salmonellen verschiedener Typen deutet darauf hin, daß als wesentlicher Träger und Ausscheider dieser Bakterien wohl der Mensch anzusehen ist. Jedenfalls dürfte die Anzahl von Trägern und Ausscheidern unter der Bevölkerung unserer Gemeinden und Städte um ein Vielfaches höher als unter unseren Haustieren sein. Diese Tatsache findet meines Erachtens viel zu wenig Beachtung bei derepidemiologischen Klärung von Lebensmittelvergiftungen. Nach den Untersuchungen von K ö s e r (15) wird die Mikrobenflora des Abwassers überwiegend von Menschen gepräft. So überrascht es auch nicht, daß ich die Rinderspezies Salm. dublin niemals züchten konnte. Auch beim Auftreten von Tiersalmonellosen sollte mehr als bisher der Mensch in die epidemiologischen Ermittlungen eingezogen werden.

Aus dem Ergebnis meiner Untersuchungen ergibt sich als zweiter wesentlicher Punkt, daß die Verregnung der in Absatzbecken vorgeklärten Molkereiabwässer auf landwirtschaftlich genutzten Flächen im Hinblick auf die Verbreitung bakterieller Tierseuchen kaum hygienisch bedenklich zu sein scheint. Es kann als feststehende Tatsache angesehen werden, daß die im älteren Schrifttum oft erwähnte Gefährdung unserer Haustiere durch die Bewässerung der Landflächen mit Molkereiabwässer heute nach Tilgung der Rindertuberkulose und Brucellose nicht mehr gegeben ist.

Nach der Tilgung der Tuberkulose und Brucellose sind die Erreger dieser beiden Geißeln unserer Rinderstapel nicht mehr im Molkereiabwasser anzutreffen. Die Abwasserbeseitigung durch Landbehandlung ist besonders für in kleinen ländlichen Gemeinden ohne Kanalisation gelegene Betriebe von erheblicher Bedeutung. Wenn dieses Verfahren auch sicherlich nicht als ideal anzusehen ist, muß ihm aber ohne Zweifel der Vorzug vor der noch an vielen Orten üblichen direkten Einleitung des Molkereiabwassers in die Vorfluter gegeben werden. Hier tragen die biologisch und chemisch viele Schwierigkeiten bietenden Molkereiabwässer, besonders bei geringer Wasserführung der Bäche und kleinen Flußläufe, erheblich zur Störung oder Vernichtung des biologischen Gleichgewichtes bei. Wie ich bereits darlegte, bereitete die Untersuchung der Abwasserproben auf Streptokokken recht erhebliche Schwierigkeiten, weil auf dem TKT-Nährboden die im Abwasser überaus zahlreichen hämolysierenden Coli- und Aeromonasstämme ein den CAMP-positiven und ß-hämolytischen Streptokokken völlig ähnliches Wachstum zeigten. Auch die normale an sich gut geeignete Kälberblutplatte versagte wegen des starken Begleitwachstums von in Rasenform auftretenden Keimen recht häufig. Aus diesem Grunde sind die erzielten Ergebnisse mit einiger Einschränkung zu werten. Die Zahl der im Molkereiabwasser wirklich vorhandenen Streptokokkenstämme ist sicherlich beträchtlich höher anzusetzen. Trotzdem - meine ich - geben die Resultate der kulturellen Überprüfung einen recht brauchbaren Überblick über das Vorkommen von Streptokokken der verschiedensten serologischen Gruppen. Die als Mastitiserreger häufigen Streptokokken der Gruppen B, C, E, G und L werden nur relativ selten, am häufigsten noch die der Gruppe E, gefunden. Von den übrigen als Euterentzündungserreger kaum in Erscheinung tretenden Streptokokken stehen naturgemäß die Milchsäurebakterien der Gruppe N im Vordergrund.

Außergewöhnlich viele Stämme lassen sich serologisch nicht näher bestimmen. Sie entsprechen nach ihrem kulturellen Verhalten zum großen Teil den Streptokokken der Viridansgruppe.

In den außerhalb der Betriebsanlagen gezogenen Proben wurden nur noch wenige Streptokokken festgestellt. Der Verbreitung von pathogenen Streptokokken durch das Molkereiabwasser darf darum keine epizootologische Bedeutung beigemessen werden.

Staphylokokken wurden im Betriebswasser und den außerhalb der Molkereien gezogenen Proben nahezu regelmäßig und im fast gleichen Verhältnis gefunden. Eine Ausnahme machte lediglich der Staphylococcus citreus, der im Betriebswasser häufiger nachweisbar war. Mit der Feststellung von Staphylokokken war von vornherein zu rechnen, weil sie sich nahzu auf jeder organischen Substanz befinden. In den von mir geprüften Abwässern waren in den einzelnen Proben gewöhnlich mehrere, oft alle 3 Arten gleichzeitig, vorhanden.

Stark war naturgemäß auch der Gehalt an solchen Bakterien, die als Fäulniserreger eine große Rolle spielen. Coliforme Keime wurden praktisch aus allen Proben in großen Mengen isoliert.

Weniger häufig waren Proteusbakterien, Fluoreszenten und Bazillen der Mesentericus-Subtilis-Gruppe zu kultivieren. Einer näheren Untersuchung unterzog ich die zahlreichen hämolysierenden coliformen Keime, die in der Mehrzahl auf dem TKT-Agar grobsinnlich nicht von ß-hämolysierenden oder CAMP-positiven Streptokokken zu unterscheiden waren. Von 83 Stämmen wurden 39 als E. coli identifiziert, die restlichen 44 Stämme ließen sich in die Familie Pseudomonadaceae und das Genus Aeromonas einordnen.

Das biochemische Verhalten war recht unterschiedlich. Lediglich 16 Stämme ließen sich als Aeromonas hydrophila einordnen.

D. Zusammenfassung

Im Laufe eines halben Jahres wurden 515 Abwasserproben aus 7 Molkereien und einem Kondensmilchwerk bakteriologisch auf das Vorkommen von Salmonellen, Tuberkelbakterien, Streptokokken, Staphylokokken und sonstigen Keimen mit folgendem Ergebnis untersucht:

1. Bakterien der Salmonellagruppe konnten aus dem Betriebsabwasser in keinem Falle isoliert werden. Dem Molkereiabwasser kommt damit eine Bedeutung für die Kontamination des Abwassers mit Salmonellen nicht zu.

Häufig wurden dagegen Bakterien der Paratyphus-Enteritis-Gruppe aus den Vorflutern von 2 Betrieben, die auch geringe Mengen häuslichen Abwassers führen, gezüchtet. In 66 Proben fanden sich 42 Stämme und zwar: 8 mal Salm. paratyphi B, 6 mal Salm. typhimurium, 2 mal Salm. manchester 6 mal Salm. oranienburg und 3 mal Salm. urbana.

2. Tuberkelbakterien wurden durch Tierversuch niemals gefunden.

3. Der Nachweis von Streptokokken bereitete wegen der Unzulänglichkeit der TKT-Nährböden für Abwasseruntersuchungen erhebliche Schwierigkeiten. Aus 515 Proben wurden 17o Streptokokken verschiedener Lancefield-Gruppen eliminiert.

Es fanden sich im einzelnen

aus der Gruppe	B	7 Stämme	aus der Gruppe	A	5 Stämme
" " "	C	1 Stamm	" " "	D	55 Stämme
" " "	E	39 Stämme	" " "	H	6 Stämme
" " "	L	1 Stamm	" " "	K	6 Stämme
" " "	G	6 Stämme	" " "	N	43 Stämme
			" " "	P	1 Stamm.

Nicht einzugruppieren waren 49 Stämme.

4. Staphylokokken verschiedener Arten wurden nahezu aus allen Proben isoliert. Im einzelnen fanden sich Staph. aureus 346 mal, Staph. citreus 42 mal und Staph. albus 249 mal.

5. Von den sonstigen isolierten aeroben Keimen wurden ß-hämolysierende coliforme Stämme wegen ihres auf dem TKT-Agar den CAMP-positiven und ß-hämolysierenden Streptokokken ähnlichen Wachstums einer näheren Untersuchung unterzogen. Von 83 Stämmen wurden 39 als E. coli und 44 als zur Gruppe Aeromonas gehörig eingestuft. 16 dieser Stämme wurden als Aeromonas hydrophila identifiziert.

E. Schriftenverzeichnis

1. Buss, W. und Lang, K.:
Salmonellen in einem Vorzugsmilchbestand.
Arch. Lebensmittelhyg. 11, 171 (1960)

2. Cajander, H.:
Bakteriologische Untersuchungen von Abwasser.
Vattenhygien. 14, 63 (1958)
Ref. Zbl. Bakt. I, 171, (1959)

3. Eldridge, E.F.:
Industrial Wastes Treatment Practice.
zit. nach Sierp: "Die gewerblichen und industriellen Abwässer."
Verlag Springer, Berlin (1953)

4. Endres, R.:
Bakteriologische Untersuchungen von Molkereiabwässern unter Berücksichtigung der hygienischen Forderungen bei der Verwertung.
Vet. med. Diss. München (1955)

5. Fey, H. und Valette, H.:
Nachweis von Salmonellen in Fluß- und Abwässern sowie bei gesunden Schlachtschweinen in Genf.
Schweiz. Arch. Tierhk. 103, 519 (1961)

6. Harms, Fr.:
Salmonellen-Dauerausscheider und Milchhygiene.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 66, 131 (1959)

7. Harmsen, H.:
Hygiene der Abwasserlandbehandlung.
Städtehyg. 6, 253 (1955)

8. Hilburg, W.:
Betrachtungen zur Frage der Behandlung und Beseitigung von Abwässern verschiedenartiger Betriebe unter besonderer Berücksichtigung der hygienischen Erfordernisse.
Deutsche Molk. Ztg. 82, 1359 (1961)

9. Hoflund, S.:
Wasserverunreinigungen als Krankheitsursache in Rinder- und Schafbeständen.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 68, 97 (1961)

10. I m h o f f, K.:
Taschenbuch der Stadtentwässerung.
Verlag R. Oldenbourg, München
18. verbesserte Auflage (1960)

11. K a b l e r, P.:
Beseitigung von pathogenen Keimen durch die Abwasserlandbehandlung.
Sewage and Industrial Wastes 31, 1373 (1959)

12. Ka m p e l m a c h e r, E.H., G u i n e e, P.A.M., Ho f s t r a, K. und A. van K e u l e n :
Über Salmonellen auf Schlachthöfen.
Zbl. Vet. med. 8, 1025 (1961)

13. K l e i n, H.:
Salmonella manhattan in der Milch.
Berliner Münchener tierärztl. Wschr.
70, 313 (1957)

14. K l i m m e r, M. und S c h ö n b e r g, F.:
Milchkunde mit besonderer Berücksichtigung der Milchhygiene und der hygienischen Milchüberwachung.
Verlag R. Schoetz, Berlin, 3. Aufl. (1939)

15. K ö s e r, A.:
Veterinärhygienische Fragen der Abwasserlandbehandlung.
Gesd.-Ing. 75, 392-395 (1954)

---- : Landbehandlung von Abwasser in tierhygienischer Sicht.
Wasser und Nahrung 1, 49 (1955)

---- : Bericht an den Min. f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen. (1959)
(nicht veröffentlicht)

---- : Landwirtschaftliche Abwasserverwertung unter besonderer Berücksichtigung veterinärmedizinischer Belange.
Berichte der Abwassertechnischen Vereinigung e.V.
Heft 11, 104 (1960)

16. L e r c h e, M.:
Zur Epidemiologie der Salmonellenbakterien.
Bericht d. 1. Kongr. d. Dtsch. Vet.-Med. Ges. Bad Nauheim, 26. - 27. März (1955)

17. L i e b m a n n, H.:
Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Band II.
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien (1960)

18. L ü t j e, F.:
Neuere Gesichtspunkte auf dem Gebiete der Salmonellose des Kalbes und des Rindes, sowie in Bezug auf die Bakterienausscheidung und das vegetative Dasein der Salmonellen in der Umwelt.
Berliner Münchener tierärztl. Wschr.
68, 39 (1952)

---- u. R a s c h, K.:
Beobachtungen über die Salmonellose des Rindes.
Lebensmitteltierarzt 3, 20 (1952)

19. M i n e s t t, W o o l d r i d g e und S h a w [illegible]:
Experimentelle Untersuchung über die sogenannte Abwasservergiftung der Rinder.
Vet. Rec. 14, 147 (1934)
Ref.: Dtsch. tierärztl. Wschr. 43, 541 (1935)

20. M ü l l e r, G.:
Werden Keime der Salmonellagruppe durch künstliche Abwasserreinigungsanlagen aus dem Abwasser entfernt?
Städtehyg. 9, 106 (1958)

---- : Salmonella-Befunde in der Elbe bei Hamburg in den Jahren 1954 - 1960.
Städtehyg. 12, 29 - 31 (1961)

21. O b e r h a u s e r, M.:
Abwasseruntersuchungen am Schlachthof in Memmingen.
Vet. med. Diss. München (1954)

22. P o h l, G.:
Über das Vorkommen von Salmonellen in gekalkten Abwässern, ihren Vorflutern, Kläranlagenabflüssen- und Brauchwasser und Klär- und Faulschlamm.
Berliner Münchener tierärztl. Wschr.
68, 105 (1955)

---- : Die bakteriologische Untersuchung von Abwässern.
Zschr. Ges. Hyg. 3, 223 (1957)

23. P o p p, L.:
Der Salmonella-Kataster eines Flußgebietes.
Gesd.-Ing. 78, 21/22, 333 (1957)

24. R a s c h, K.:
Die Bekämpfung der Rindersalmonellose im Blickpunkt der Lebensmittelhygiene.
Berliner Münchener tierärztl. Wschr. 70, 161 (1957)

25. R o e m m e l e, O.:
Vorkommen von Salmonellen in Milch und Milcherzeugnissen und Verhinderungsmaßnahmen.
Milchwissenschaft 14, 369 - 377 (1959)

26. R o h d e, B. und B i s c h o f f, J.:
Die epidemiologische Bedeutung salmonella-infizierter Tierfuttermittel als Quelle verschiedener Lebensmittelvergiftungen.
Zbl. Bakt. I. Ref. 159, 145 (1956)

27. S c h a a l, E.:
Das hygienische Problem der Schlachthofabwässer.
Dtsch. Schlacht- u. Viehhof-Ztg.
60, 109 - 116 (1960)

---- : Die Biologie der Salmonellen in eiweißhaltigem Abwasser.
Berliner Münchener tierärztl. Wschr. 74,
21 - 24 (1961)

---- : Über eine durch Bachwasser verursachte Salmonella-Enzootie in einem Rinderbestand.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 70, 267 - 268 (1963)

28. S c h m a u d e r, G.:
Untersuchungen und Betrachtungen zur Hygiene der Abwasserlandbehandlung.
Wasserwirtschaft-Wassertechnik 7, 93 (1957)
Ref. Zbl. Bakt. I. Ref. 165, 134 (1957)

29. S c h m i d t, B. und L e n k, V.:
Der Nachweis von Salmonellen im Abwasser als möglicher Maßstab für die Seuchenlage einer Bevölkerung.
Zbl. Bakt. I. Orig. 178, 459 (1960)

30. S c h u b e r t, R.H.W.:
Über die biochemischen Eigenschaften von Aeromonas hydrophila.
Zbl. Bakt. I. Orig. 188, 63 (1963)

31. S c h u l z - F a l k e n h a i n, H.:
Abwasser milchwirtschaftlicher Betriebe.
Milchwirtschaftlicher Verlag. Th. Mann K.G.,
Hildesheim (1956)

32. S e e l i g e r, H.P.R.:
Jahresbericht über die Salmonellosen in Deutschland 1957.
Zbl. Bakt. I. Orig. 174, 327 (1959)

----, H o f f m a n n, S. und R o h d e, R.:
Jahresbericht über die Salmonellosen in der Bundesrepublik Deutschland 1957.
Zbl. Bakt. I. Orig. 182, 357 (1961)

33. S i e r p, F.:
Die gewerblichen und industriellen Abwässer.
Springer-Verlag, Berlin (1953)

34. Staatl. Veterinäruntersuchungsamt, Münster:
Jahresberichte 1953 - 1963.

35. S t e i n i g e r, F.:
Salmonellen in der Freilandumgebung des Menschen.
Desinfektion u. Gesundheitswesen 50, 11 - 12 u. 156 - 176 (1958)
Ref. Zbl. Bakt. I. Ref. 172, 231 (1959)

36. S t e n d e r, A.:
Pathogene Mikroben an Schlachtgeräten und im Schlachthofabwasser.
Vet. med. Diss. FU Berlin (1957)

37. S t r a u c h, D.:
Die Abwasserbeseitigung aus tierärztlicher Sicht.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 71, 386 - 390, (1964)

---- und M ü n k e r, W.:
Bakteriologische Wasseruntersuchungen in einem oberhessischen Fluß in Zusammenhang mit in diesem Flußtal aufgetretenen Salmonellen-Infektionen bei Haustieren.
Berliner Münchener tierärztl. Wschr. 69, 205 - 208 (1956)

38. W a g e n e r, K.:
Sind die Mitteilungen über den Tuberkelbakteriengehalt der Flaschentrinkmilch übertrieben?
Molk. u. Käs.-Ztg. 5, 1628 (1954)

---- : Die Bedeutung des Molkereiabwassers für die Bekämpfung der Rindertuberkulose.
Molk. u. Käs.-Ztg. 6, 208 (1955)

39. W a l z b e r g, U.:
Zur Verbreitung der Salmonellose des Rindes im nordwestdeutschen Küstengebiet unter Berücksichtigung des Raumes Weser-Ems.
Arch. Lebensmittelhygiene 6, 223 (1955)

40. W ü l f i n g, Th.:
Untersuchungen über das Vorkommen von Salmonellen im Abwasser des Koblenzer Schlachthofes.
Vet. med. Diss. Gießen (1960)

41. W u n d r a m, G. und S c h ö n b e r g, F.:
Ausscheidung des Bact. paratyphi B (Schottmüller) durch eine klinisch gesunde Kuh.
Berliner tierärztl. Wschr. 47, 293-294 (1931)

42. H a h n f e l d t, K.: Abwasseruntersuchungen in den Lübecker Schlachthöfen.
Vet.med.Diss FU Berlin (1957)

Für die Überlassung des Themas, den mir zur Verfügung gestellten Arbeitsplatz und die gewährte Unterstützung möchte ich Herrn Oberregierungsveterinärrat Dr. Köser, Direktor des Staatl. Veterinäruntersuchungsamtes Münster (Westf.) herzlich danken. Mein Dank gilt ebenso Herrn Prof.Dr.Hartwigk, dem Direktor des Institutes für Veterinär-Hygiene der Freien Universität Berlin, für die Übernahme der Arbeit. Ferner danke ich Herrn Regierungsveterinärrat Dr.Beerwerth für die vielen Anregungen, die er mir bei den Untersuchungen und bei der Abfassung der Arbeit zuteil werden ließ. Für die gewährte Hilfe bei der Durchführung der technischen Arbeiten bin ich der med.techn. Assistentin Fräulein Himmelmann zu besonderem Dank verpflichtet.

Lebenslauf

Am 22.6.1917 wurde ich in Suderwick, Krs. Borken (Westf.), geboren. Von 1923-28 besuchte ich die Volksschule in Suderwick, von 1928-1936 das Städt. Gymnasium und Realgymnasium in Bocholt (Westf.) mit im Februar 1936 abschließender Reifeprüfung. Nach Arbeits- und Wehrdienst schrieb ich mich mit Beginn des Wintersemesters 1938 für das Studium der Tiermedizin an der Tierärztlichen Hochschule Hannover ein, bestand dort im Januar 1940 die tierärztliche Vorprüfung und im Januar 1942 mein Staatsexamen, ohne die Hochschule zu wechseln. Anschließend war ich als Reserveveterinäroffizier in Russland, Frankreich und Italien eingesetzt. Aus der Kriegsgefangenschaft entlassen, war ich von Sept. bis Dezember 1945 bei dem prakt. Tierarzt Conrad in Schmelz (Saar) tätig. Nach meinem Schlachthofpraktikum vom 1.1.46 bis 31.3.46 am Städt. Schlachthof Bocholt (Westf.) war ich vom 1.4.46 bis 31.3.47 als Veterinärpraktikant bei dem Lehrtierarzt Dr. Holle in Bocholt (Westf.). Am 1. April 1947 ließ ich mich als praktischer Tierarzt in Hopsten (Westf.) nieder. Seit 1944 bin ich verheiratet und habe 3 Kinder.